03
العدد

علوم الطبيعة والحياة

النشاط الإنزيمي للبروتينات

معلومات شاملة، دقيقة، سهلة الفهم والحفظ
رسومات تخطيطية نموذجية للامتحان بخط اليد

مجلة المجتهد

إعداد الأستاذ: بن خريف مصطفى
ثانوية الرائد بعرير محمد العربي بعين الملح - المسيلة

مراجعة الأستاذ: بواريش أحمد
ثانوية: متقن القل - سكيكدة

التحضير الجيد للبكالوريا

مقدمة

خلال ظاهرة التعبير المورثي، يتركب البروتين في الهيولى بناء على معلومات وراثية (الوحدة 1). ثم يكتسب بنية فراغية تمكنه من القيام بوظيفة معينة داخل الخلية أو خارجها (الوحدة 2). من بين أهم الوظائف التي تؤديها البروتينات في العضوية والتي سندرسها في السنة النهائية ثلاثة وهي: دور البروتينات كإنزيمات (الوحدة 3)، دور البروتينات في الدفاع عن الذات (الوحدة 4) وفي الاتصال العصبي (الوحدة 5).

مخطط الوحدة

1. مفهوم الانزيم
2. حركية الانزيم
3. العلاقة بين بنية ووظيفة الانزيم
4. العوامل المؤثرة على نشاط الانزيم

التركيب التجريبي المدعم بالحاسوب ExAO

المكونات

- مفاعل حيوي: يتم فيه التفاعل والقياسات.
- مسبار (لاقط): يقيس تركيز مادة معينة (O_2، CO_2، pH، حرارة...).
- وسيط: يربط اللاقط بالحاسوب.
- حاسوب: يعرض النتائج على شكل منحنيات.

المزايا

- قياس سريع ودقيق لتركيز المتفاعلات والنواتج.
- متابعة لحظية لسير التفاعل على شاشة الحاسوب.
- مشاهدة مباشرة لتأثير تغيرات شروط التفاعل.
- حفظ النتائج التجريبية في ذاكرة الحاسوب.

1- مفهوم الإنزيم

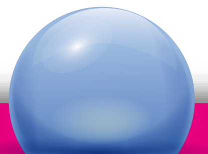
1- تعريف

الإنزيم وسيط حيوي ذو طبيعة بروتينية، يحفز التفاعلات الحيوية، يتميز بتأثيره النوعي على مادة التفاعل (الركيزة)، يعمل في شروط محددة من درجة الحرارة والحموضة.

الركيزة: مادة تفاعل خاصة، يرتبط بها الانزيم ويحفز تفاعلا معينا معها.

2- دور الانزيمات في العضوية: تتدخل في مختلف التفاعلات الأيضية.

ملاحظة: الأيض (الاستقلاب) = تفاعلات الهدم + تفاعلات البناء الحيوي.



3- تأثير غياب الانزيم

في حالة غياب الإنزيم بتخريب بنيته الفراغية، يتوقف التفاعل الذي يحفزه هذا الانزيم ويحدث خلل في الظاهرة الحيوية المعنية. ينتج التغير في بنية الانزيم عن حدوث طفرة على المورثة التي تشرف عن تركيبه.

4- مفهوم الطفرة

حدوث خلل في المعلومة الوراثية يتمثل في تغير ترتيب القواعد الآزوتية للمورثة، يتم ذلك بحذف أو إضافة أو استبدال قاعدة أو أكثر.

تأثيرها: قد ينتج عن التعبير المورثي للمورثة الطافرة بروتينا ذو بنية فراغية غير طبيعية (غير وظيفية)، مما يؤدي إلى تغير النمط الظاهري، أو تكون الطفرة سببا لمرض وراثي...

انتقالها: إذا حدثت الطفرة على مستوى الخلايا الجنسية، فإنها تنتقل من الآباء إلى الأبناء، وتسمى في هذه الحالة طفرة وراثية. أما إذا حدثت على مستوى خلايا أخرى كخلايا الجلد، فإنها لا تنتقل.

معلومة إضافية: تسمية الانزيمات

- اسم مادة التفاعل ونضيف في آخره (ase)، مثل: بروتياز، ليباز، ARNase، لاكتاز...

- اسم نوع التفاعل ونضيف في آخره (ase)، مثل: ترونسفيراز (تحويل)، فوسفاتاز (فسفرة)، سنتتاز (تركيب)، أوكسيداز (أكسدة)...

الصيغة الشهيرة: One gène – one enzyme

أي المورثة الواحدة يعبر عنها لإنزيم واحد

2- حركية الإنزيم

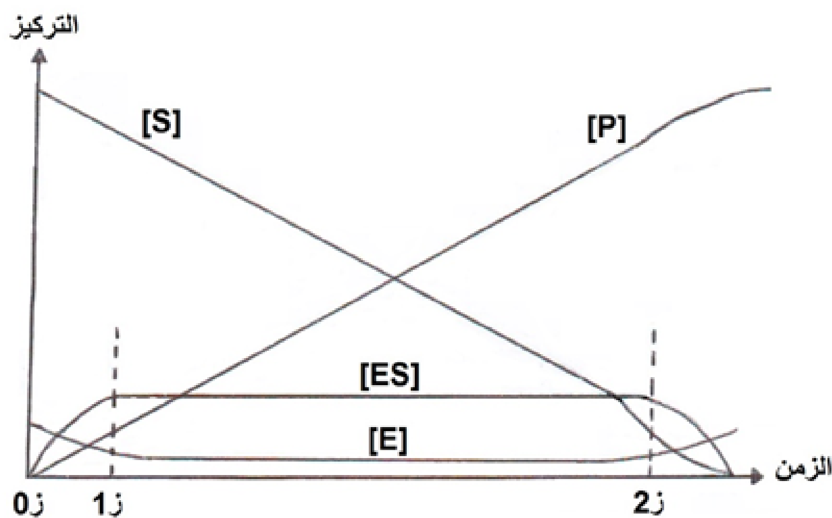
نقصد بحركية الانزيم: نشاط الانزيم أو سرعة التفاعل الإنزيمي.

1- قياس سرعة التفاعل الإنزيمي: نعبر عنها بـ:

- كمية مادة التفاعل S المتناقصة في وحدة الزمن: V= dS / dt .
- أو كمية الناتج P المتشكلة في وحدة الزمن: V= dP / dt.

حيث: V: سرعة التفاعل، S: الركيزة، P الناتج، t: الزمن.

2- مراحل التفاعل الانزيمي



تطور حركية الإنزيم (سرعة التفاعل الإنزيمي)

المرحلة الأولى (ز0-ز1): ارتفاع سرعة التفاعل

- تتميز باستمرار تشكل المعقد ES لوجود جزيئات انزيم E غير مرتبطة (مواقع فعالة شاغرة)، ووجود كمية كافية من مادة التفاعل S.
- تحويل مادة التفاعل S (تتناقص كميتها) إلى ناتج P (ترتفع كميتها).



المرحلة الثانية (ز1-ز2): ثبات سرعة التفاعل

- تبلغ سرعة التفاعل الانزيمي أقصاها وتثبت لتشبع كل جزيئات الانزيم بمادة التفاعل.

- يستمر تحويل مادة التفاعل إلى ناتج بسرعة ثابتة.

المرحلة الثالثة (ز2-ز3): تناقص سرعة التفاعل

- تتناقص سرعة التفاعل الانزيمي بسبب تناقص مادة التفاعل حتى تنفذ ويتوقف التفاعل.

3- خصائص حركية الانزيم

- تتأثر بتغير تركيز مادة التفاعل: تزداد سرعة التفاعل الانزيمي بزيادة تركيز مادة التفاعل، وتثبت عندما تتشبع كل المواقع الفعالة لجزيئات الانزيم.

- تتأثر بتغير تركيز جزيئات الانزيم: تزداد سرعة التفاعل الانزيمي بزيادة تركيز جزيئات الانزيم.

ملاحظة: جزيئات الانزيم تؤثر بتراكيز قليلة جدا.

- النوعية: يتميز الانزيم بنوعية مزدوجة

  - نوعية بالنسبة لمادة التفاعل: يرتبط بمادة تفاعل واحدة خاصة به.

  - نوعية بالنسبة لنوع التفاعل: يحفز نوع واحد من التفاعلات.

مثال: الغلوكوز ركيزة ترتبط بها انزيمات مختلفة، وكل انزيم يحولها إلى ناتج مختلف.

إذا هذه الانزيمات تشترك في تخصصها مع الركيزة (الغلوكوز)، ولا تشترك في نوع التفاعل.

- لا يتأثر الانزيم بالتفاعل (وسيط فقط): ترتبط جزيئات الانزيم بالركيزة وتحولها دون أن تتأثر بالتفاعل. أي لا يتغير تركيز جزيئات الانزيم في نهاية التفاعل.

3- العلاقة بين بنية الانزيم وتخصصه الوظيفي

1- وصف بنية الانزيم

باختصار: بنية فراغية ثلاثية الأبعاد تحتوي موقعا فعالا يتكامل بنيويا مع مادة تفاعل خاصة.

يتميز الانزيم ببنية فراغية (ثلاثية الأبعاد 3D) مستقرة، تتشكل من عدد ونوع وتتالي عدد من الأحماض الأمينية، تحتوي جزءا صغيرا على شكل فجوة أو شق يسمى: الموقع الفعال، يتركب من بضعة أحماض أمينية متوضعة بشكل متقارب.

ملاحظة: الانزيمات غير وظيفية في البنية الأولية والثانوية، بعضها يصبح وظيفي في البنية الثالثية، والبعض الآخر يتطلب اكتساب بنية رابعية.

2- تعريف الموقع الفعال

جزء بسيط من الإنزيم، يظهر على شكل فجوة أو شق في بنية الإنزيم، يتكون من عدد محدود من الأحماض الأمينية، يتميز بالتكامل البنيوي مع مادة التفاعل ويتكون من موقعين:

- موقع التثبيت (الارتباط، التعرف): يثبت مادة التفاعل.
- موقع التحفيز: يؤثر على مادة التفاعل.

- دور الموقع الفعال: يقوم بوظيفة التحفيز، أي الارتباط النوعي بمادة التفاعل وتحويلها.

ملاحظة: الأحماض الأمينية المشكلة للموقع الفعال لا يشترط أن تكون متتالية في السلسلة الببتيدية، لأن السلسلة تلتف بحيث الأحماض الأمينية المتباعدة في السلسلة تتقارب في الفراغ.

3- آلية عمل الانزيم

- يرتبط الانزيم (E) بالركيزة (S) في مستوى الموقع الفعال لوجود تكامل بنيوي ويتشكل المعقد انزيم-مادة التفاعل (E-S) الضروري لحدوث التفاعل: بواسطة روابط انتقالية (هيدروجينية)، ترتبط الوظائف الكيميائية لمادة التفاعل مع الوظائف الكيميائية للسلاسل

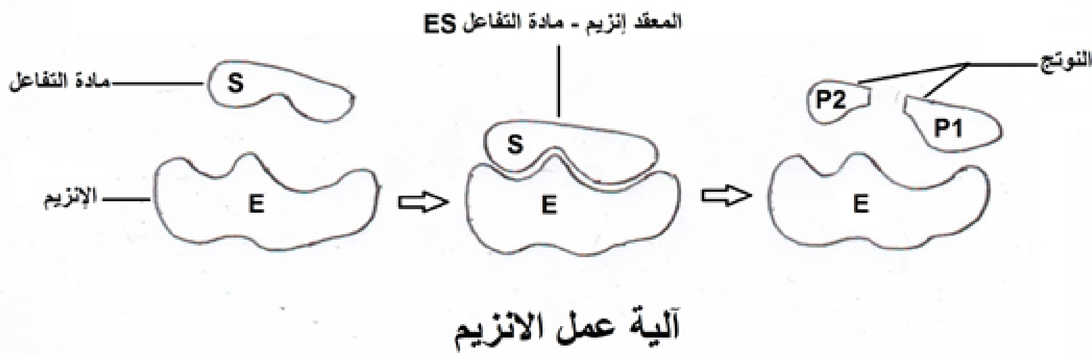




الجانبيـة للأحمـاض الأمينيـة المشـكلة لموقـع التثبيـت فـي الموقـع الفعـال.

- تتحول الركيزة إلى ناتج P بواسطة موقع التحفيز للموقع الفعال.

- يتحرر الناتج عن الانزيم.

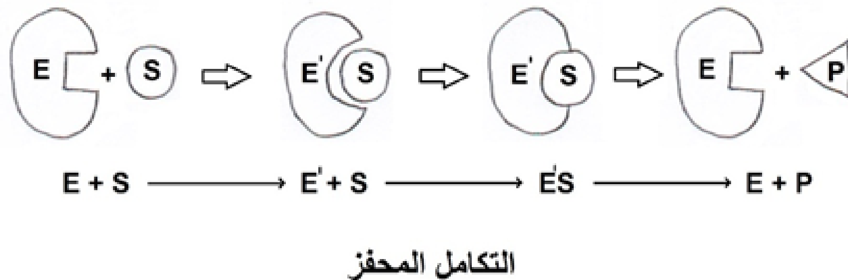


آلية عمل الانزيم

ملاحظـة: العلاقـة بيـن الانزيـم ومـادة التفاعـل هـي: التكامـل البنيـوي، وفقـا للمبـدأ قفـل-مفتـاح حيـث القفـل يمثـل الانزيـم، والمفتـاح مـادة التفاعـل.

4- التـكامل المحفّز

عنـد اقتـراب مـادة التفاعـل مـن الانزيـم تحفـزه علـى تغييـر شـكله الفراغـي ليصبـح الموقـع الفعـال متكامـلا مـع مـادة التفاعـل. تغيـر شـكل الانزيـم يسـمح بحـدوث التفاعـل لأن المجموعـات الكيميائيـة الضروريـة لحدوثـه تصبـح فـي الموقـع المناسـب للتأثيـر علـى مـادة التفاعـل.



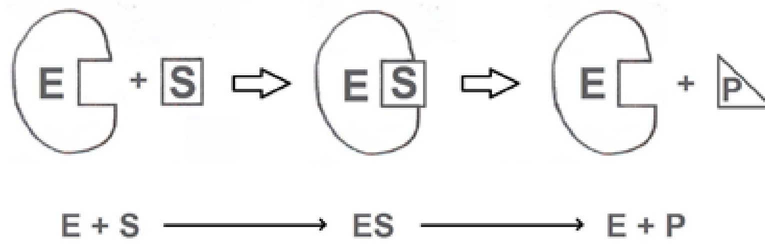
التكامل المحفز

5- أنواع التفاعلات الإنزيمية

تقوم الإنزيمات بتحفيز ثلاث (03) أنواع من التفاعلات:

- تفاعلات التحويل: يقوم الانزيم بتحويل مادة التفاعل إلى ناتج وفق المعادلة:

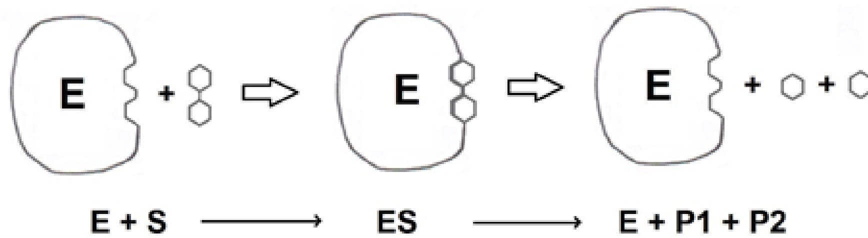




تفاعل التحويل

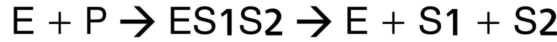
- تفاعلات التفكيك (التحليل، التبسيط، الإماهة، الهدم): يفكك الانزيم مادة التفاعل إلى مادتين ناتجتين أو أكثر وفق المعادلة:

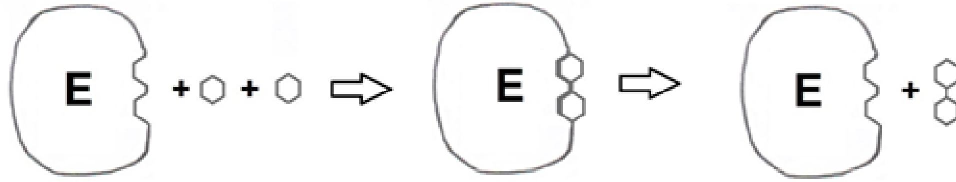




تفاعل التفكيك

ج- تفاعلات التركيب (البناء): يقوم الانزيم بربط مادتي تفاعل أو أكثر لتنتج مادة تفاعل واحدة مركبة، وفق المعادلة:





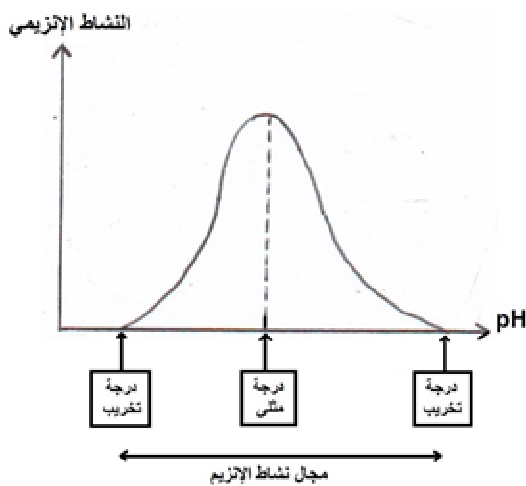


تفاعل التركيب

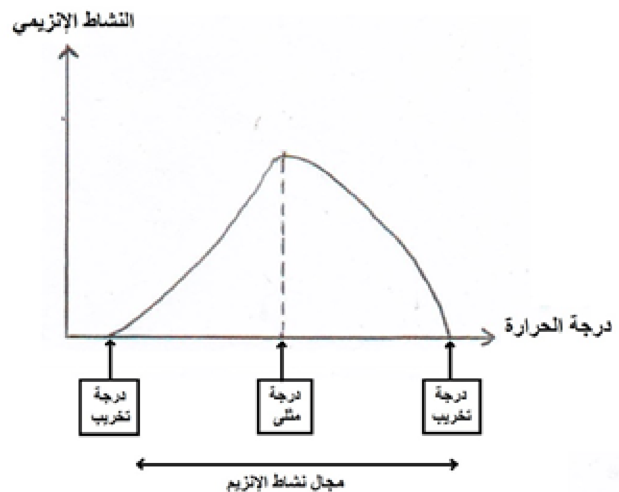
4- عوامل الوسط المؤثرة على نشاط الانزيم

يتأثر نشاط الانزيم كذلك بتغير درجتي الحرارة والحموضة.

ينشط الانزيم في مجال محدد من درجة الحرارة والحموضة فقط، وخارجه يتخرب ويفقد بنيته الفراغية الوظيفية. توجد قيمة ضمن هذا المجال يكون نشاطه عندها أعظميا تسمى: الدرجة المثلى.



تأثير درجة الحموضة pH على نشاط الإنزيم



تأثير درجة الحرارة على نشاط الإنزيم

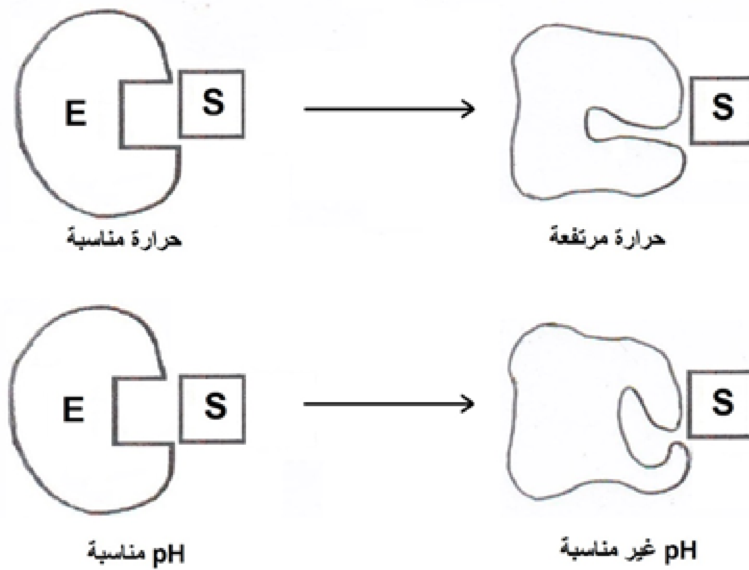
1- تأثير درجة حموضة الوسط pH على نشاط الإنزيم

التفسير: تؤثر درجة الحموضة غير الملائمة على الوظائف الكربوكسيلية والأمينية لجذور الأحماض الأمينية، فتتأثر الروابط الكيميائية المحافظة على بنية الانزيم، ويتغير شكل الموقع الفعال، مما يمنع حدوث التكامل بين المجموعات الكيميائية للإنزيم ومادة التفاعل.

2- تأثير درجة الحرارة على نشاط الإنزيم

التفسير: درجة الحرارة المرتفعة تؤثر على مختلف الروابط المحافظة على بنية الإنزيم (خاصة الروابط الهيدروجينية)، فتتغير بنية الإنزيم ويفقد الموقع الفعال شكله المميز، ونتيجة لذلك يفقد نشاطه بصورة غير عكسية (يفقد بنيته الوظيفية نهائيا).

درجة الحرارة المنخفضة تقلل حركة الجزيئات فيتوقف نشاط الإنزيم كليا بصورة عكسية، أي يسترجع الانزيم بنيته الوظيفية بعودة درجة الحرارة الملائمة.



تأثير درجة الحرارة ودرجة الحموضة pH على بنية الإنزيم

معلومة إضافية: خاصية أخرى للانزيمات

العامل المساعد: نشاط بعض الانزيمات يتطلب الارتباط بعامل مساعد:

مادة عضوية غير بروتينية تسمى: مرافق الانزيم.

شاردة معدنية (حديد Fe^{+2}، مغنيزيوم Mg^{+2}).

تساؤل

بضعة أحماض أمينية المشكلة للموقع الفعال تكسب الانزيم قدرة خيالية تتمثل في تسريع التفاعلات لأضعاف مضاعفة تصل الملايين! وبتراكيز قليلة جدا؟ والتي من المفروض تتطلب طاقة عالية جد لتحويلها!

خلاصـــــــة

بطاقة تعريف الانزيم

1. التركيب: في الهيولى.
2. الدور: يحفز التفاعلات (الأيضية: الهدم + البناء).
3. الطبيعة الكيميائية: بروتينية (جزيئة حيوية).
4. الخصائص البنيوية

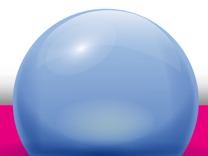
- البنية الفراغية: بنية ثلاثية الأبعاد خاصة.
- الموقع الفعال: يتكامل بنيويا مع الركيزة ويحتوي موقع تثبيت وموقع تحفيز.

5. الخصائص الوظيفية

- التحفيز: يسرع التفاعلات.
- الوسيط: لا يستهلك أثناء التفاعل.
- التشبع: عدد المواقع الفعالة في جزيئة الانزيم محدود.
- النوعية: يتخصص مع ركيزة واحدة ونوع تفاعل واحد.
- التكامل المحفز: يغير من بنيته الفراغية مؤقتا ليتكامل الموقع الفعال مع الركيزة.
- التأثر بدرجة الحرارة ودرجة الـ pH: ينشط في مجال محدد، ويتميز بدرجة مثلى.

الحمد لله رب العالمين

وصلى الله وسلم وبارك على سيدنا محمد، وعلى آله وصحبه إلى يوم الدين



من نفس السلسة



















الأستاذ : بن خريف مصطفى
mustapha.benkherif@gmail.com

2017/2016



تصميم شبكة الدكتور لعباشي لمين
www.labachi.com